Formosan Entomologist
Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Morphology and Life History of Closterocerus okazakii (Kamijo) (Hymenoptera: Eulophidae)
【Research report】

岡崎釉小蜂 (Closterocerus okazakii (Kamijo)) (膜翅目：釉小蜂科) 之形態與生活史【研究報告】

Ching-Chin Chien1* and Shu-Chen Chang1
錢景秦1*、張淑貞1

*通訊作者E-mail : chien@tari.gov.tw

Received: 2009/01/15 Accepted: 2009/04/08 Available online: 2009/05/01

Abstract

Closterocerus okazakii (Kamijo) is an arrhenotokous, solitary endoparasitoid of the vegetable leaf miner Liriomyza sativae Blanchard. The capability of unmated wasps to produce offspring decreased by 44.2%, compared to mated female wasps. Female wasps caused mortality in L. sativae through parasitism (65.1%) and host-feeding (34.9%). Host larvae were paralyzed within 2.8-102 min after wasp oviposition or they died immediately after being fed upon by the female wasp. The daily emergence peak was between 0500 and 0600 h, while the daily peak of oviposition and host-feeding was between 0500 and 1300 h, and 0500 and 1700 h, respectively. The wasp showed host instar preference, on third instar for oviposition and on second and third instars for feeding. The wasp took 12.6 days to complete the development from egg to pupal stage at 25oC. The duration of egg, larval, prepupal, and pupal stages averaged 1.5, 4.2, 0.7, and 6.2 days, respectively. The survival rate from egg to pupal stage was 95.5%. The longevity of the female and male wasps averaged 18.7 and 17.4 days, respectively when wasps were provided daily with 40-50 third instar host larvae and honey. Each female wasp could kill 372 L. sativae hosts and produce 231 offsprings in her lifetime. The proportion of female progeny was 0.55.

摘要

岡崎釉小蜂 (Closterocerus okazakii (Kamijo)) 行單產雄性孤雌生殖 (arrhenotokous)、單員內寄生 (solitary endoparasitoid)。未交尾雌蜂之生育力較交尾者降低 44.2%。該蜂以產卵寄生 (65.1%) 與取食寄主 (34.9%) 之方式，致死蔬菜斑潛蠅 (Liriomyza sativae Blanchard)。寄主幼蟲一被該蜂取食即死亡，若被產卵則經 2.8~102 分鐘才停止活動、取食，呈現深度麻痺狀態。羽化高峰期為上午 5 至 6 點，產卵與取食寄主高峰期，各為上午 5 點至下午 1 點與上午 5 點至下午 5 點。雌蜂偏好在第三齡寄主幼蟲上產卵，及在第二與三齡寄主幼蟲上取食。該蜂在 25℃ 下，卵至蛹期發育所需時間為 12.6 日，其中卵期為 1.5 日，幼蟲期為 4.2 日，前蛹期為 0.7 日，蛹期為 6.2 日。卵發育至蛹期之存活率為 95.9%。每日供應 40～50 隻第三齡寄主幼蟲與純蜂蜜時，雌、雄蜂壽命各為 18.7 與 17.4 日，每雌蜂可產 231隻子蜂，並致死 372 隻寄主幼蟲。子代雌性比為 0.55。

Key words: Closterocerus okazakii, Liriomyza sativae, morphology, life history

關鍵詞: 岡崎釉小蜂、蔬菜斑潛蠅、外部形態、生活史。

Full Text: PDF(0.58 MB)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: http://entsocjournal.yabee.com.tw

台灣昆蟲 29: 25-36 (2009)
Formosan Entomol. 29: 25-36 (2009)

岡崎釉小蜂 (*Closterocerus okazakii* (Kamijo)) (膜翅目：釉小蜂科) 之形態與生活史

錢景秦 [1*]、張淑貞 [1]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組　41362 臺中縣霧峰鄉中正路 189 號

摘　要

岡崎釉小蜂 (*Closterocerus okazakii* (Kamijo)) 行單產雄性孤雌生殖 (arrhenotokous)、單員內寄生 (solitary endoparasitoid)。未交尾雌蜂之生育力較交尾者降低 44.2%。該蜂以產卵寄生 (65.1%) 與取食寄主 (34.9%) 之方式，致死蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* Blanchard)。寄主幼蟲一被該蜂取食即死亡，若被產卵則經 2.8～102 分鐘才停止活動、取食，呈現深度麻痺狀態。羽化高峰期為上午 5 至 6 點，產卵與取食寄主高峰期，各為上午 5 點至下午 1 點與上午 5 點至下午 5 點。雌蜂偏好在第三齡寄主幼蟲上產卵，及在第二與三齡寄主幼蟲上取食。該蜂在 25℃ 下，卵至蛹期發育所需時間為 12.6 日，其中卵期為 1.5 日，幼蟲期為 4.2 日，前蛹期為 0.7 日，蛹期為 6.2 日。卵發育至蛹期之存活率為 95.9%。每日供應 40～50 隻第三齡寄主幼蟲與純蜂蜜時，雌、雄蜂壽命各為 18.7 與 17.4 日，每雌蜂可產 231 隻子蜂，並致死 372 隻寄主幼蟲。子代雌性比為 0.55。

關鍵詞：岡崎釉小蜂、蔬菜斑潛蠅、外部形態、生活史。

前　言

岡崎釉小蜂 (*Closterocerus okazakii* (Kamijo)) 屬膜翅目 (Hymenoptera)、釉小蜂科 (Eulophidae)，於 1978 年被定名，異名有 *Neochrysocharis okazakii* Kamijo, 1978 與 *Chrysonotomyia okazakii* (Kamijo, 1978) (Anonymous, 2007)。該蜂分布於臺灣 (Lin and Wang, 1992; Chien and Ku, 1998)、中國之福建省 (Chen and Ye, 2002) 與廣東省 (Zeng *et al.*, 1999) 及日本 (Arakaki and Kinjo, 1998) 等地。多食性，寄主範圍包括 6 種雙翅目，如日本稻潛蠅 (*Agromyza oryzae* (Manukata))、南美斑潛蠅

*論文聯繫人
e-mail: chien@tari.gov.tw

(*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard))、蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* Blanchard)、非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess))、一種尚未定名潛蠅 (Agromyzidae unspecified) 及稻小毛眼水蠅 (*Hydrellia griseola* (Fallén)) (Kamijo, 1978; Hansson, 1990; Lin and Wang, 1992; Saito *et al.*, 1996; Arakaki and Kinjo, 1998; Chien and Ku, 1998; Huang *et al.*, 1999; Zeng *et al.*, 1999; Chien and Chang, 2007)。岡崎釉小蜂寄生方式屬幼蟲單員內寄生 (larval solitary endoparasitoid) (Lin and Wang, 1992)，致死寄主方式有寄生與取食寄主 (host-feeding) 兩種，雌蜂產卵與取食寄主時，分別偏好第三齡與第二、三齡非洲菊斑潛蠅幼蟲 (Chien and Ku, 2001)。為瞭解岡崎釉小蜂對蔬菜斑潛蠅之抑制能力，本研究以該蠅為寄主，觀察此蜂之外部形態與生活史，藉以提供該蜂辨識、繁殖方法及生物防治時，評估寄生蜂對寄主防治潛能之參考。

材料與方法

供試蟲源

在雲林縣林內鄉敏豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 上，採集被蔬菜斑潛蠅幼蟲危害之葉片，攜回室內。攤開葉片，稍陰乾後，再分裝於有透氣孔之封口塑膠袋。待斑潛蠅成蠅與岡崎釉小蜂羽化，供做後續試驗飼育之蟲源。

供試寄主植物、寄主害蟲及寄生蜂之繁殖

本試驗所用寄主植物菜豆苗 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers) 之栽培，與供試寄主蔬菜斑潛蠅之繁殖，係參照 Chien and Ku (1996) 之方法。岡崎釉小蜂之繁殖則參照 Chien and Ku (2001) 之方法，以帶有寄主第三齡蔬菜斑潛蠅幼蟲潛食之罐插菜豆苗，繁殖岡崎釉小蜂。

一、各蟲期之外部形態

在 25℃ 下，參照 Chien and Ku (2001) 之方法，上午 8 點將 30 隻雌蜂，釋入直徑 20 cm、高 25 cm 壓克力筒內，再供應內有 120 隻第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗 (每葉 30 隻)，待雌蜂產卵 2 小時後，將罐插菜豆苗移出。繼之，在溫度 25℃、相對濕度 65～85% RH 及光週期 12 L : 12 D (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下，觀察岡崎釉小蜂各蟲期之外部形態，各觀察 49～51 隻。並以立體顯微鏡 (Wild，接目鏡 20 ×、接物鏡 5 ×) 中之測微尺，直接測量各蟲期之體型大小，並藉幼蟲頭寬判定幼蟲之各齡期，各觀察 18～21 隻。

二、發育各期之時間與過程

於前項外部形態觀察之試驗中，同時亦每日觀察在 25℃ 下，該蜂各蟲期之存活率與發育日數，並在近各蟲期變化或齡期蛻皮之際，每小時記錄該蜂之發育情形。其中存活率試驗，以 25～35 粒卵為一組，計 3 重複；發育期試驗各觀察 49～51 隻不等。

三、成蜂習性

羽化：2005 年 7 月在 25℃、相對濕度 65～85% RH 及自然光照下，觀察室內所飼養釉小蜂之羽化方式，並記錄一日內，該蜂每小時之羽化數與性比。觀察蟲數為 225 隻。

交尾：在前述相同條件下，將單個蛹分別置於直徑 1.5 cm、高 7 cm 之指形管內，待釉小蜂羽化後，加以配對，移入另一指形管內，以未稀釋之純蜂蜜供食，並觀察其交尾前

期、交尾方式及交尾時間，各進行 22、30 及 30 重複。

產卵與取食寄主：參照 Chien and Ku (2001) 之方法，先準備帶有第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗，將其置入直徑 20 cm、高 25 cm 壓克力筒內。在 25℃ 下，再將已交尾雌蜂釋入，觀察雌蜂之產卵方式與時間，以及取食寄主之方式與時間，各進行 30 與 28 重複。產卵時刻與取食寄主時刻之觀察，則在 25℃、光週期 12 L : 12 D (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下，自清晨 1 點起至次日凌晨 1 點止進行。在直徑 12 cm、高 21 cm 玻璃筒內，每隔 4 小時，更換內有 40 隻寄主第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，供 1 隻第三日齡已達產卵與取食高峰期雌蜂 (羽化後即供應寄主) 之產卵與取食。並依 Chien and Ku (2001) 之方法，記錄雌蜂於各處理時段內之產卵寄生數與取食寄主數，計 18 重複。

寄主齡期之偏好性：試驗分無選擇性試驗 (no-choice test) 與選擇性試驗 (free-choice test) 兩種方式進行。無選擇性試驗時，先準備各帶有 20 隻第一、二、或三齡寄主幼蟲之罐插菜豆葉片 1 片，將其各置入接蜂用玻璃筒 (直徑 12 cm、高 22 cm) 內。而選擇性試驗時，則先準備各帶有 10 隻第一齡、10 隻第二齡及 10 隻第三齡寄主幼蟲之罐插菜豆葉片 3 片，將其置入前述相同大小之接蜂用玻璃筒內。然後在 25℃ 定溫下，釋入第四或第五日齡已達產卵高峰期 (羽化後即供應寄主) 之雌蜂 1 隻 (Chien and Chang, 2009)，任其產卵。各處理雌蜂產卵時段，爲上午 9 點至下午 1 點之 4 小時，其後將已接過蜂之帶蟲罐插菜豆葉片移出。次日，利用透光法，先計數雌蜂對各豆葉內不同齡期寄主幼蟲之總致死數 (寄生數 + 取食寄主數)；7 天後，再分別記錄雌蜂對不同齡期寄主幼蟲之寄生數 (寄生蜂蛹數) 與取食寄主數 (總致死寄主數 − 寄生蜂蛹數)；待寄生蜂羽化後，再記錄雌蜂與雄蜂數及雌性比。無選擇性試驗每一處理組各進行 9～11 重複，選擇性試驗進行 15 重複。

交尾對繁殖力與致死寄主力之影響：試驗分兩種方式進行，即分別爲未交尾雌蜂 1 隻，與終生在一起交尾 1 或 1 次以上之雌、雄蜂 1 對。在 25℃ 下，自該蜂羽化當日起，將供試蜂釋入前述大小之接蜂用玻璃筒內，每處理每日供應 1 株內有 40～50 隻第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗外，尚以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃筒內壁，直至雌蜂死亡爲止。記錄其間處理組雌蜂之壽命、子蜂數、子代雌性比、寄生致死寄主蟲數、取食致死寄主蟲數、及寄生致死寄主數與取食致死寄主數之比值，兩處理各進行 9 重複。

四、統計分析

各項試驗資料，利用 SPSS (Statistical Products and Services Solutions) 軟體先進行變方分析，再以最小顯著差 (LSD) 法、或 t 值測驗法檢測，採 $p < 0.05$ 顯著水準比較處理間之差異。其中雌蜂對同一齡期寄主產卵或取食之偏好性試驗，是以配對樣本 t 檢定統計分析。而雌蜂交尾對繁殖力與致死寄主能力之試驗，除雌蜂壽命、取食致死寄主數、總致死寄主數、及寄生致死寄主數與取食致死寄主數之比值，是採獨立樣本 t 檢定中變方相等之統計分析外，其他均採獨立樣本 t 檢定中變方不等之統計分析。

結　　果

一、外部形態

成蜂：雌、雄成蟲體黑色，體背具明顯的銅綠色金屬光澤 (圖一 A)；複眼均爲棕褐

圖一　岡崎釉小蜂之各生長期外觀及其致死寄主之方式。A. 正在寄主上產卵之雌蜂；B. 卵；C. 第四齡幼蟲；D. 老熟幼蟲顆粒形排泄物於蛹後方呈弧形排列；E. 前蛹；F. 蛹；G. 正常之寄主幼蟲；H. 被產卵後呈麻痺狀態之寄主；I. 寄生蜂幼蟲取食寄主；J. 被寄生後已乾癟之寄主；K. 取食寄主中之雌蜂；L. 被雌蜂取食致死之寄主。

Fig. 1. Appearance of different developmental stages and host-killing mode of *Closterocerus okazakii*. A. a female wasp parasitizing host leafminer; B. egg; C. 4th instar larva; D. excreta of mature larva arched behind the pupa; E. prepupa; F. pupa; G. normal host larva; H. paralyzed host after being oviposited; I. parasitoid larva feeding on a host; J. host-killed by parasitism; K. female wasp feeding on a leafminer; L. a host killed by wasp feeding.

色；觸角柄節，呈透明灰白色末端帶褐色斑紋，其餘各節為暗褐色；各足除基節暗褐色，第四跗節褐色，前足脛節與第一至三跗節淡褐色外，其餘各節縞黃色；前、後翅均為透明、

表一　在 25℃ 下岡崎釉小蜂各蟲期體型大小
Table 1. Body size of the various stages of *Closterocerus okazakii* at 25°C

Stage	Head width (mm)		Body size (mm) ($\bar{X}$ ± SEM)		
	n	$\bar{X}$ ± SEM	*n*	Length	Width
Egg			20	0.22 ± 0.01	0.09 ± 0.00
Larva					
1st	20	0.07 ± 0.00			
Early			20	0.25 ± 0.01	0.10 ± 0.00
Late			20	0.49 ± 0.01	0.17 ± 0.00
2nd	20	0.15 ± 0.00			
Early			20	0.57 ± 0.00	0.22 ± 0.00
Late			20	0.65 ± 0.01	0.27 ± 0.00
3rd	20	0.18 ± 0.00			
Early			20	0.79 ± 0.01	0.32 ± 0.00
Late			20	1.12 ± 0.01	0.39 ± 0.01
4th	20	0.22 ± 0.00			
Early			20	1.29 ± 0.01	0.46 ± 0.01
Late			21	1.72 ± 0.02	0.58 ± 0.02
Prepupa			18	1.31 ± 0.03	0.46 ± 0.01
Pupa			21	1.60 ± 0.02	0.51 ± 0.01
Adult					
Female			20	1.37 ± 0.02	0.33 ± 0.02
Male			20	1.13 ± 0.02	0.31 ± 0.01

僅前翅之痣脈 (stigmal vein) 為黑色。頭部具微弱網狀刻紋；複眼內緣不內凹；觸角膝狀，柄節 (scape) 長且側扁，梗節 (pedicel) 圓筒形，鞭節 (flagelleum) 由環節 (ring segments) 2 節、絲節 (funicle) 2 節及錘節 (club) 2 節所組成，環節小而不明顯，每一絲節長約寬之 2 倍，錘節長度約為絲節總長之 0.9，末節端部有端刺。胸部，前胸部背板與中胸楯片 (mesoscutum) 網狀刻紋微弱且細緻。前翅翅脈退化，無翅室，前翅後緣脈 (postmarginal vein) 較痣脈短 0.4 倍；各足跗節均為 4 節。前伸腹節無橫的隆起線。腹部較光滑，第一節之外，各節均具疏毛。雌、雄性別的診斷特徵：體型一般雌蟲大於雄蟲 (表一)。雌蟲第六腹節腹板中央即為產卵管；雄蟲陰莖則明顯外露。

卵：透明、黃色、長橢圓形 (圖一 B)。卵大小見表一。

幼蟲：幼蟲共有 4 個齡期。各齡頭寬與大小見表一。第一齡幼蟲體透明、無色，略呈直筒形，腹部消化管內僅含少許黃褐色內容物。第二、三齡幼蟲體透明、無色，略呈紡錘形，腹部消化管內紅褐色內容物增多。第四齡幼蟲體透明、無色，呈長紡錘形，腹部消化管內之內容物暗褐色 (圖一 C)。

前蛹：體乳白色 (圖一 E)。體型大小見表一。

蛹：體黑色、複眼與單眼黑色 (圖一 F)。體型大小見表一。

二、發育之時間與過程

岡崎釉小蜂在 25℃ 下，自卵發育至蛹期需時 12.6 ± 0.1 日 (n = 49)。其中卵期為 1.5 ± 0.0 日 (n = 51)；幼蟲期為 4.2 ± 0.1

日 (n = 51) ，第一至四齡幼蟲發育所需時間各爲 0.6 ± 0.0 (n = 51)、0.7 ± 0.0 (n = 51)、0.3 ± 0.0 (n = 51) 及 2.6 ± 0.0 日 (n = 51)；前蛹期爲 0.7 ± 0.1 日 (n = 51)；蛹期爲 6.2 ± 0.1 日 (n = 49)。卵發育至蛹期之存活率爲 95.9 ± 1.7%，其中卵、幼蟲及前蛹期之存活率均爲 100%，蛹期之存活率爲 95.9 ± 1.7 %。卵產在寄主體內，行單員內寄生 (圖一 I)。每一寄主體內之蜂卵數多爲 1 粒，但若蜂卵數超過 1 粒以上時，雖均能孵化，但僅 1 隻第一齡幼蟲存活。初孵化之第一齡幼蟲即在寄主幼蟲體內取食。該蜂第一至二齡幼蟲之取食量很少，待該蜂發育至第四齡幼蟲時食量始大增，經 2.10 ± 0.01 日 (n = 30)，將寄主體液吸盡，此時幼蟲鑽出寄主體外，並沿著先前寄主潛食過之隧道爬行 4.8 ± 0.6 mm (0.4～8.7 mm, n = 15)，靜止不動，至 0.5 日後，全身緊縮、隨之排出褐色之排泄物進入前蛹。而寄主則僅剩一層薄薄之外皮 (圖一 J)。95.4% 老熟幼蟲 (n = 87)，其顆粒形排泄物於蟲體之後方呈弧形排列 (圖一 D)，剩餘 4.6% 者，則呈圓柱形 (直徑 0.11～0.15 mm，高 0.22～0.44 mm)，共 1～2 粒，分置蟲體左右，其中排出 1 與 2 粒之發生率各爲 3.4 與 1.2%。前蛹經 0.6 ± 0.0 日變爲白蛹。待 1.9 ± 0.2 小時後，蛹體由乳白色變黑，再經 4.3 ± 0.2 日羽化爲成蜂。

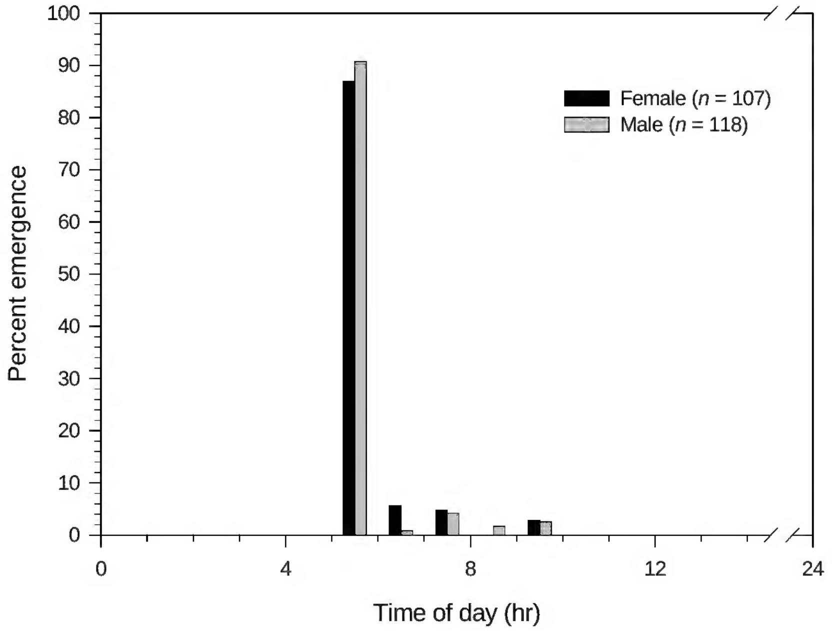
三、成蜂行為

羽化：蜂蛹發育成熟後，成蜂先咬破其黑色蛹皮鑽出，隨即在原化蛹處豆葉之上表皮，咬一直徑 0.35 ± 0.01 mm 之圓洞鑽出 (n = 19)。羽化時刻爲上午 5 至 10 點，但 88.9% 集中於上午 5 至 6 點 (n = 225)，雄蜂與雌蜂羽化時刻略同 (圖二)。雌、雄性比爲 0.48 : 0.52。

交尾：羽化後 2.5 ± 0.4 小時即可交尾 (n = 22)。交尾時，雄蜂揮動觸角尋找雌蜂，觸及雌蜂後即爬上其背，然後身軀退後彎曲腹部與雌蜂交尾。每次交尾時間需 2.4 ± 0.1 分鐘 (77～214 秒，n = 30)。

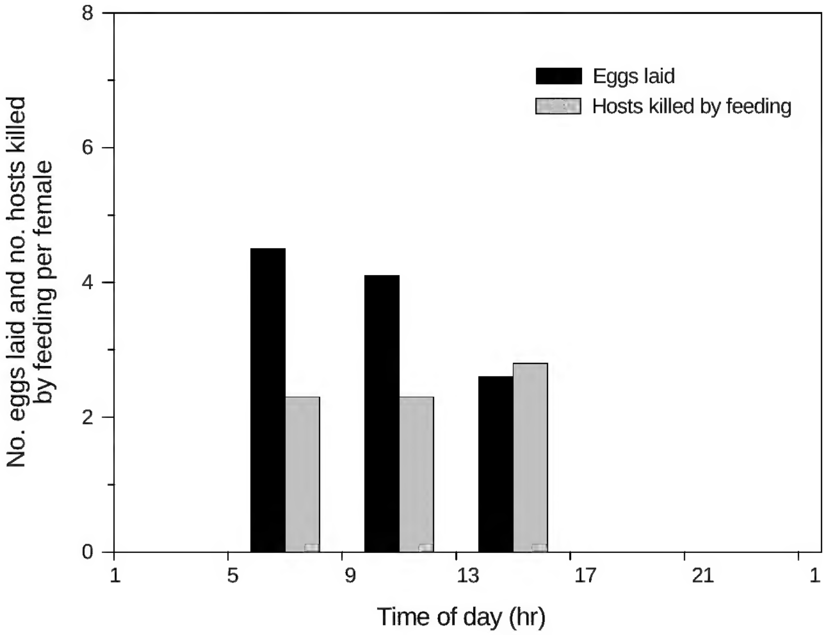
產卵：產卵時，雌蜂在豆葉上一面行走，一面揮動觸角尋找潛食在豆葉內之寄主，若探觸到適齡寄主幼蟲時，雌蜂即下壓腹部，將產卵管刺向豆葉內之寄主，並將卵產下。產卵需時 30.9 ± 1.9 秒 (13～53 秒，n = 30)。產卵時刻爲上午 5 點至下午 5 點，但 76.8% 集中於上午 5 點至下午 1 點 (n = 18) (圖三)。寄生寄主方式爲單員內寄生。雌蜂產卵時，其中 41.1% 之寄主幼蟲停滯不取食 (n = 56)，但待雌蜂產完卵離開後，寄主雖恢復取食並向前蠕動，但其口鉤取食速度趨緩，經 2.8 ± 0.3 分鐘後 (n = 23)，寄主口鉤完全不動，體膚鬆馳、身體拉長、雖經刺激但無反應呈深度麻痺狀態，再經 1.5 ± 0.3 小時後 (n = 23)，其體內消化管內之暗綠色內容物，亦完全排清或僅留少許殘留物 (圖一 H)；另 58.9% 之寄主幼蟲被產卵後，其口鉤之取食速度雖亦如上述趨緩，但其取食活動卻呈現 2～4 次吃吃停停地斷續現象，總計寄主幼蟲被產卵後至其口鉤完全不動、體膚鬆馳、身體拉長呈深度麻痺狀態之時間，長達 1.7 ± 0.1 小時 (n = 33)，且距被產卵 2.1 ± 0.1 小時後 (n = 33)，寄主幼蟲消化管內之暗綠色內容物才完全排清。而未被寄生之寄主，體軀則渾圓活動力強、口鉤活動不停、體內消化管內暗綠色之內容物明顯 (圖一 G)，僅幼蟲近老熟前，體軀才不大蠕動、體內消化管內之暗綠色內容物方減少。

取食寄主：雌蜂有取食寄主行爲。取食寄主時，雌蜂先藉產卵管刺入豆葉，鑽刺寄主幼蟲之體表，再以口器在該鑽刺處取食寄主幼蟲



圖二　在 25℃ 下岡崎釉小蜂之羽化時刻。

Fig. 2. Daily emergence rhythm of *Closterocerus okazakii* at 25°C.



圖三　岡崎釉小蜂雌蜂在 25℃ 與光週期 (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下之產卵與取食時刻。

Fig. 3. Daily oviposition and host-feeding rhythm of female *Closterocerus okazakii* at 25°C and 12 hrs of photophase set from 5:00 a.m. to 17:00 p.m. in a growth chamber.

表二　岡崎釉小蜂對蔬菜斑潛蠅幼蟲齡期之偏好性

Table 2. Preference of *Closterocerus okazakii* for various instars of *Liriomyza sativae*

Instars of leafminer	No-choice test[1,3)		Free-choice test[2,3)	
	No. of hosts parasitized	No. of hosts killed by feeding	No. of hosts parasitized	No. of hosts killed by feeding
1st	0Bc	0.7 ± 0.2Ac	0Ab	0.3 ± 0.2Ab
2nd	2.0 ± 0.6Bb	9.6 ± 1.2Aa	0.4 ± 0.2Bb	2.0 ± 0.4Aa
3rd	9.7 ± 0.8Aa	3.3 ± 0.7Bb	7.2 ± 0.6Aa	2.5 ± 0.5Ba

1) In each treatment 20 larvae of *L. sativae* were provided in an acrylic cylinder (20 cm diameter, 25 cm high) under 25°C, 12L:12D, and 65-85% RH. Nine to eleven replicates.

2) In each treatment, 10-1st instars, 10-2nd instars and 10-3rd instars of *L. sativae* were provided in an acrylic cylinder (20 cm diameter, 25 cm high) under 25°C, 12L:12D, and 65-85% RH. Fifteen replicates.

3) Means ($\bar{X}$ ± SEM) within each row in no-choice test and free-choice test followed by the same uppercase letter are not significantly different ($p < 0.05$, paired samples *t*-test). Means ($\bar{X}$ ± SEM) within each column followed by the same lowercase letter are not significantly different ($p < 0.05$, LSD).

之體液 (圖一 K)，此鑽刺與吸食動作重複爲之。71.4% 雌蜂 (n = 28)，每次取食寄主需 3.7 ± 0.3 分鐘 (n = 20) ，其中鑽刺寄主動作與鑽刺寄主時間，各爲 8.9 ± 1.0 次與 2.7 ± 0.2 分鐘，吸食寄主動作與吸食寄主體液時間，各爲 7.7 ± 1.1 次與 1.0 ± 0.1 分鐘；另 28.6% 雌蜂每次取食寄主需 1.0 ± 0.1 分鐘 (n = 8)，其中鑽刺寄主動作與鑽刺寄主時間，各爲 3.4 ± 0.5 次與 0.7 ± 0.1 分鐘，吸食寄主動作與吸食寄主體液時間，各爲 2.9 ± 0.5 次與 0.3 ± 0.1 分鐘。取食寄主活動時刻爲上午 5 點至下午 5 點，無明顯取食高峰期 (n = 18) (圖三)。雄蜂未見取食寄主現象。寄主幼蟲一被取食即刻死亡。此時其外形伸長、體扁略萎縮、體表被取食傷口處留有乾涸之體液，口鉤不動，體內體液減少且較不流動、消化管內仍殘留有暗綠色之內容物 (圖一 L)。

寄主齡期之偏好性：雌蜂對寄主之寄生與取食數，受寄主齡期影響。若以寄主不同齡期比較時，不論在無選擇或有選擇試驗中，雌蜂均顯著偏好產卵在第三齡寄主幼蟲上 (表二)；取食時，雌蜂在無選擇試驗中，僅對第二齡寄主幼蟲具顯著偏好性，但在有選擇試驗中，雌蜂卻對第二與三齡寄主幼蟲同具顯著之偏好性 (表二)。若以寄主同一齡期比較時，不論在無選擇性或有選擇性試驗時，雌蜂在第一齡寄主幼蟲上完全不寄生，取食亦少；在第二齡寄主幼蟲上均顯著偏好取食；在第三齡寄主幼蟲上，則顯著偏好寄生 (表二)。

交尾對繁殖力與致死寄主能力之影響：雌蜂在未交尾、或終生與雄蜂在一起交尾 1 次以上時，兩處理間雌蜂之壽命、取食寄主數、及總致死寄主數等雖無顯著差異，但兩處理間雌蜂之寄生寄主數、寄生與取食致死寄主比值、子代數及子代雌性比等卻有顯著差異 (表三)。未交尾雌蜂之生育力 (129 隻子蜂) 雖較交尾者 (231 隻子蜂) 爲低、且其子代均爲雄性，但雌蜂交尾與否並不影響其對寄主之總致死數，未交尾與交尾雌蜂各可致死 316 與 372 隻寄主 (表三)。

討論與結論

在臺灣，岡崎釉小蜂與底比斯釉小蜂 (*Chrysocharis pentheus* (Walker)) 同爲田間蔬菜斑潛蠅本地種之優勢寄生蜂 (Chien and

表三　交尾與未交尾岡崎釉小蜂雌蜂之生育力與致死寄主能力[1,2)]

Table 3. Fertility and host-killing capability of mated and unmated females of *Closterocerus okazakii* [1,2)]

Mating frequency	n	Longevity (d)		Fertility/female		No. hosts killed/female			
		Female	Male	No. adults	Female proportion	Parasitized	Feeding	Total	Parasitized/feeding
0	9	21.3 ± 2.6a	-	129 ± 14b	0b	153 ± 14b	164 ± 20a	316 ± 29a	1.1 ± 0.1b
> 1	9	18.7 ± 2.8a	17.4 ± 1.7	231 ± 24a	0.55 ± 0.03a	242 ± 25a	130 ± 21a	372 ± 42a	2.0 ± 0.2a

1) Each female wasp was provided with 40-50 third instars of *L. sativae* daily at 25°C.

2) Means ($\overline{X}$ ± SEM) within each column followed by the same letter are not significantly different (p < 0.05, t-test).

Chang, unpublished data)。以下就兩種寄生蜂之分布與寄主種類、形態與蛹便上之區辨、發育與習性、及對寄主之抑制力等不同特性進行比較：

岡崎釉小蜂僅分布於日本、中國及臺灣，且寄主範圍侷限 6 種雙翅目 (Hansson, 1990; Lin and Wang, 1992; Saito *et al.*, 1996; Chien and Ku, 1998; Arakaki and Kinjo, 1998; Huang *et al.*, 1999; Zeng *et al.*, 1999; Chen and Ye, 2002)；而底比斯釉小蜂屬世界性分布，寄主範圍廣達雙翅目、鱗翅目、鞘翅目及膜翅目等 178 種以上 (Chien and Chang, 2008)。

Chien and Chang (2008) 曾就底比斯釉小蜂之外部形態進行研究，經與本試驗結果比較後，發現兩蜂可經前翅之後緣脈與痣脈的長度比例 (岡崎釉小蜂為 0.6：1，底比斯釉小蜂為 1.8：1)、雌蜂足第四跗節之顏色 (岡崎釉小蜂為褐色，底比斯釉小蜂為灰白色)、卵之顏色 (岡崎釉小蜂為黃色，底比斯釉小蜂呈透明無色) 及蛹便之排列 (岡崎釉小蜂蛹便 95.4% 位於蛹之後方呈弧形排列，底比斯釉小蜂蛹便 100% 位於蛹之左右二側呈近似對稱排列) 等特徵明顯區分之。

底比斯釉小蜂之發育與習性 (Chien and Chang, 2008)，經與本試驗結果比較後，發現在 25℃ 時，岡崎釉小蜂與底比斯釉小蜂之發育日數與部分習性十分相似，如卵至蛹期發育所需時間各為 12.6 與 13.2 日；雌蜂生殖方式均為單產雄性孤雌生殖 (arrhenotoky)；寄生方式均為單員內寄生；雌蜂致死寄主方式均有產卵寄生與取食寄主兩種，且其比值均為 2.0，顯示兩蜂之寄生致死寄主能力均較取食致死寄主能力強；產卵方式均屬非共育寄生性 (idiobiont)，寄主幼蟲被岡崎釉小蜂或底比斯釉小蜂產卵後，各經 2.8～102 與 5.7 分鐘，即不再活動、取食，呈現深度麻痺狀態；取食寄主行為同屬殘害寄主 (destructive) 型，寄主幼蟲被這兩種寄生蜂取食後均即刻死亡。至於兩蜂習性相異之處有二，一是交尾對底比斯釉小蜂致死寄主能力與生殖力之影響遠大於岡崎釉小蜂，前者未交尾時，不論致死寄主能力、或生育力均較交尾者各降 66.2 與 81.8%，而後者未交尾時，致死寄主能力不受影響，僅生育力較交尾者降低 44.2%；另是兩蜂取食時對寄主齡期之偏好性，產卵時兩蜂均一致偏好第三齡寄主幼蟲，而取食時，底比斯釉小蜂雖仍偏好第三齡寄主幼蟲，但岡崎釉小蜂之偏好性卻延伸於第二與三齡寄主幼蟲。

在 25℃ 下，岡崎釉小蜂雌蜂一生可產 231 隻子蜂與致死 372 隻寄主幼蟲，而底比斯釉小蜂雌蜂一生亦可產 220 隻子蜂與致死 358 隻寄主幼蟲 (Chien and Chang, 2008)，相較寄主蔬菜斑潛蠅每雌一生僅產 84 隻子

代成蠅之生育力 (Chien and Chang, 2007)，顯示兩種寄生蜂均對蔬菜斑潛蠅幼蟲具強勢之抑制潛能。

誌　　謝

本研究承翁振宇先生協助攝製岡崎釉小蜂各生長期之圖片，謹此致謝。

引用文獻

Anonymous. 2007. Universal Chalcidoidea Database. Database of Natural History Museum http://internt.nhm.ac.uk/jdsml/perth/chalcidoids/index.dsml.

Arakaki, N., and K. Kinjo. 1998. Notes on the parasitoid fauna of the serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Okinawa, southern Japan. Appl. Entomol. Zool. 33: 577-581.

Chen, Y., and Q. Ye. 2002. Studies on the biological characteristics of *Neochrysocharis okazakii* Kamijo (Hymenoptera: Braconidae). Acta Entomol. Sin. 45 (Supplement): 128-131. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Chang. 2007. Morphology, life history and life table of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 27: 207-227. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Chang. 2008. Morphology and life history of *Chrysocharis pentheus* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 28: 159-181. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Chang. 2009. Influence of temperature on the life table of *Closterocerua okazakii* (Kamijo) (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 29: 37-50. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1996. Morphology, life history and reproductive ability of *Liriomyza trifolii*. J. Agric. Res. China 45: 69-88. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1998. The occurrence of *Liriomyza trifolii* and its parasitoids on fields of *Gerbera jamesonii*. Chinese J. Entomol. 18: 187-197. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001. Instar preference of five species of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Hymenoptera: Eulophidae, Braconidae). Formosan Entomol. 21: 89-97. (in Chinese)

Hansson, C. 1990. A taxonomic study on the palaearctic species of *Chrysonotomyia* Ashmead and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). Entomol. Scand. 21: 29-52.

Huang, J. C., Z. H. Lin, J. H. Chen, M. L. Li, and S. Y. Zhou. 1999. Toxicity of six common insecticides on *Liriomyza sativae* Blanchard and *Neochrysocharis okazakii* Kamijo. J. Fujian Agri. Univ. 28: 452-456. (in Chinese)

Kamijo, K. 1978. Chalcidoid parasites (Hymenoptera) of Agromyzidae in Japan, with description of a new

species. Kontyu 46: 455-469.

Lin, F. C., and C. L. Wang. 1992. The occurrence of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 12: 247-257. (in Chinese)

Saito, T., F. Ikeda, and A. Ozawa. 1996. Effect of pesticides on parasitoid complex of serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Shizuoka Prefecture. Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 40: 127-133.

Zeng, L., W. Q. Zhang, and J. J. Wu. 1999. Preliminary studies on the parasitoids of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Guangdong. Natural Enemies of Insects 21: 113-116. (in Chinese)

收件日期：2009 年 1 月 15 日
接受日期：2009 年 4 月 8 日

Morphology and Life History of *Closterocerus okazakii* (Kamijo) (Hymenoptera: Eulophidae)

Ching-Chin Chien[1]* and Shu-Chen Chang[1]

[1] Applied Zoology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan

ABSTRACT

Closterocerus okazakii (Kamijo) is an arrhenotokous, solitary endoparasitoid of the vegetable leaf miner *Liriomyza sativae* Blanchard. The capability of unmated wasps to produce offspring decreased by 44.2%, compared to mated female wasps. Female wasps caused mortality in *L. sativae* through parasitism (65.1%) and host-feeding (34.9%). Host larvae were paralyzed within 2.8-102 min after wasp oviposition or they died immediately after being fed upon by the female wasp. The daily emergence peak was between 0500 and 0600 h, while the daily peak of oviposition and host-feeding was between 0500 and 1300 h, and 0500 and 1700 h, respectively. The wasp showed host instar preference, on third instar for oviposition and on second and third instars for feeding. The wasp took 12.6 days to complete the development from egg to pupal stage at 25°C. The duration of egg, larval, prepupal, and pupal stages averaged 1.5, 4.2, 0.7, and 6.2 days, respectively. The survival rate from egg to pupal stage was 95.5%. The longevity of the female and male wasps averaged 18.7 and 17.4 days, respectively when wasps were provided daily with 40-50 third instar host larvae and honey. Each female wasp could kill 372 *L. sativae* hosts and produce 231 offsprings in her lifetime. The proportion of female progeny was 0.55.

Key words: *Closterocerus okazakii*, *Liriomyza sativae*, morphology, life history

*Correspondence address
e-mail: chien@tari.gov.tw